6th.National Congress on Civil Engineering , Architecture and Urban Development / 16-17 March 2019,Tehran , Iran
In cooperation with Shiraz University and maraghe University
کد مجوز ISC وزارت علوم ۹۷۱۸۱-۲۱۰۰۸

شبیه سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه با استفاده از مدل HEC-RAS در محیط GIS (مطالعه موردی: رودخانه مارون)

پوریا انوری [۱]*، سعیدرضا خداشناس [۲]، کامران داوری [۳]، عادل احمدی حسینی [۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران- آب و سازه های هیدرولیکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد (anvpooria@gmail.com)
۲- استاد گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استاد گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه فردوسی مشهد
۴- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران- ژئوتکنیک، دانشگاه صنعتی شریف

چکیده

پیش بینی رفتار هیدرولیکی رودخانه در مقابل سیلاب های احتمالی جهت کاهش خسارات وارده به مناطق شهری، تاسیسات در حال ساخت، مزارع و سایر کاربری ها در اطراف رودخانه از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد .از طرفی برآورد جریان در نقطه ای از رودخانه به منظور کاربردهای مختلف هیدرولوژیکی همچون پیش بینی سیل حیاتی است. اثرات تخریبی انسان در محدوده حریم و بستر رودخانه های کشور به شکل های گوناگون رخ داده که شدت و ضعف آن در رودخانه های مختلف متفاوت می باشد .لذا شبیه سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه ها، برای پیش بینی خسارات ناشی از سیل در شرایط مختلف، اجرای طرح های مهندسی رودخانه، مطالعات توجیهی اقتصادی -اجتماعی برنامه های کنترل و مهار سیل و دیگر مطالعات وابسته به سامانه ی رودخانه ها ضرورت دارد .هدف این تحقیق تلفیق مدل هیدرولیکی HEC-RAS با زیرنرم افزار HEC-GeoRAS به منظور شبیه سازی پارامترهای هیدرولیکی رودخانه مارون واقع در استان های کهگیلویه و بویراحمد و خوزستان می باشد .نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که مدل HEC-RAS میتواند مقادیر عددی مناسبی را جهت مطالعه خصوصیات هیدرولیکی جریان در رودخانه ها ارائه دهد و جهت پهنه بندی سیلاب با دقت بالا و هزینه اندک مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: رفتار هیدرولیکی رودخانه، سیلاب، HEC-RAS، مارون، HEC-GeoRAS، مهندسی رودخانه

مقدمه

سیل به سرریز کردن جریان آب از مسیر اصلی خود گفته می شود که آسیب به اراضی کشاورزی، مناطق شهری و خسارات مالی و تلفات جانی را به دنبال دارد. [۱] در میان انواع بلایای طبیعی، سیل شایع ترین فاجعه در سراسر جهان در طول دهه گذشته شناخته شده است که پیامدهای زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی فراوانی را برجا می گذارد. [۲] امروزه افزایش جمعیت و روند رو به رشد صنعت باعث پیشروی جوامع بشری به سوی حریم رودخانه ها تمرکز فعالیت های اقتصادی در سیلاب دشت ها شده [۳] که این امر موجب افزایش قابل توجه شدت و فراوانی وقوع سیل می گردد. [۴] در همین راستا گزارش ها حاکی از رشد ۴۰ درصدی سیل در ایران می باشد. [۵] همچنین طبق آمار تهیه شده، در ۵۳ سال گذشته بیش از ۱۲ هزار شهروند ایرانی بر اثر سیلاب جان خود را از دست داده اند که این امر نشان دهنده ی نیاز به توجه هر چه بیشتر به این مسئله، با هدف کنترل و کاهش خسارات ناشی از سیل می باشد. [۶]

رودخانه ها به عنوان اصلی ترین منبع تامین کننده آب برای انسان و سایر موجودات بشمار می آیند و بعضاً این منبع زندگی باعث نابودی و وارد شدن خسارات جبران ناپذیری نیز میگردد. [۷ و ۸] بنابراین لازم است با، مطالعه خصوصیات هیدرولیکی جریان و حریم بستر رودخانه، محدوده امن برای فعالیتهای انسان در اطراف آن تعریف گردد. [۹] تجاوزات صورت گرفته توسط انسان در محدوده حریم و بستر رودخانه های کشور به شکل های گوناگون رخ داده که شدت و ضعف آن در رودخانه های مختلف، متفاوت می باشد .بررسی تعیین حریم و بستر رودخانه به معنای تعریف دقیق بخش های مطالعات آن و روابط صحیح بین این اجزا است که می تواند نقش کلیدی در برآورد صحیح حریم رودخانه داشته باشد که شامل دو رکن بکارگیری آمار و اطلاعات صحیح و بهره گیری از روش های دقیق می باشد. همچنین با توجه به اهمیت تعیین پهنه های سیلابی با دوره بازگشت های مختلف برای جلوگیری از خطرات سیلاب ها و سازماندهی و بهسازی رودخانه و با مشخص نمودن وضعیت تأسیسات موجود در مجاور رودخانه ها، نیاز به انجام مطالعات هیدرولیک جریان رودخانه و تعیین پهنه بندی سیلاب با دوره بازگشت های مختلف می باشد. [۱۰ و ۱۱ و ۱۲]

مدلی که برای این منظور استفاده شده مدل HEC-RAS می باشد، که از مدلهای معتبر برای محاسبات هیدرولیک آبراهه های طبیعی است که با شبیه سازی یک بعدی رودخانه ها امکان محاسبات جریانهای پایدار و ناپایدار را فراهم می کند. [۱۳] بنابراین هدف این تحقیق تلفیق مدل هیدرولیکی HEC-RAS با زیرنرم افزار HEC-GeoRAS در محیط ArcGIS به منظور شبیه سازی پارامترهای هیدرولیکی رودخانه مارون می باشد.

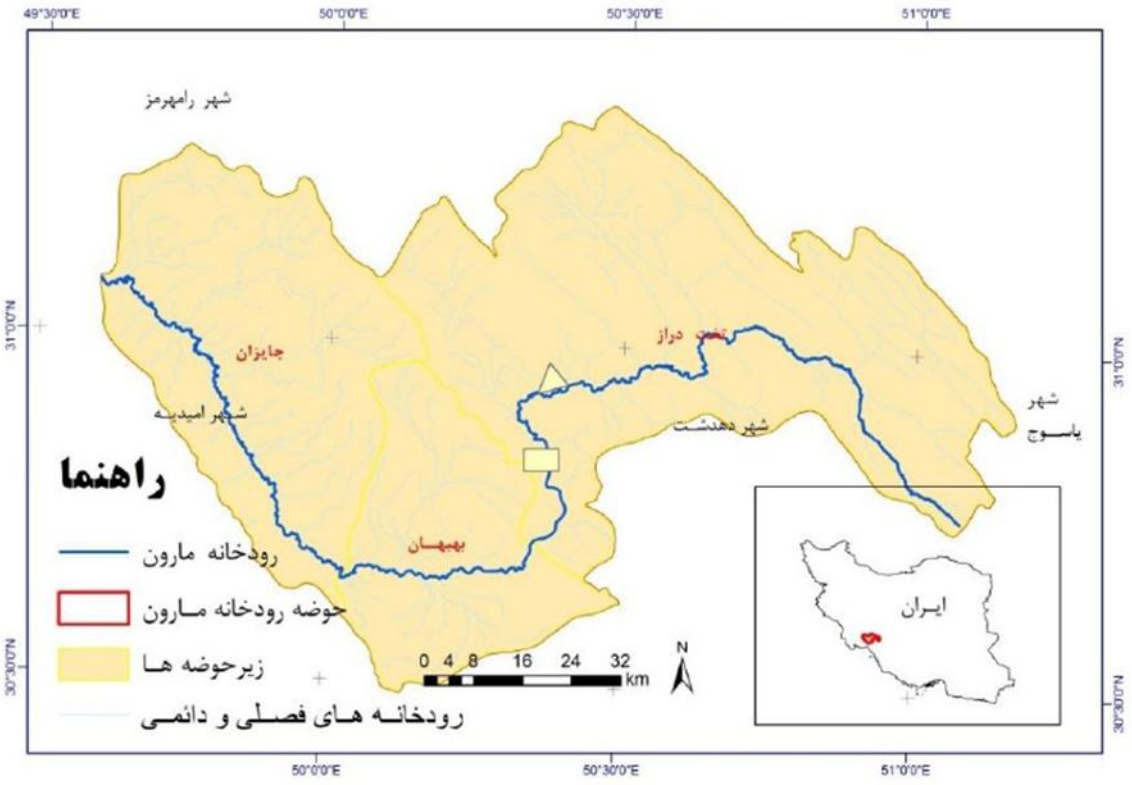
مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

رودخانه مارون از ارتفاعات زاگرس و از چشمه سارهای کوه های سادات و نیل (نیر) سرچشمه می گیرد. این رودخانه پس از طی مسیری پرشیب کوهستانی از ارتفاع حدود ۳۱۰۰ متری سرچشمه گرفته و بعد از الحاق چندین رودخانه فرعی دیگر در ارتفاع حدود ۳۵۰ متری از سطح دریا به دشت بهبهان رسیده و پس از مشروب کردن آن وارد مسیر کوهستانی با دامنه های کم ارتفاع می شود، رودخانه مارون از طریق تنگ تکاب (محل احداث سد مارون) وارد دشت بهبهان می شود و پس از عبور از حدود ۴۵ کیلومتری مسیر کوهستان در جهت شمال غربی ادامه یافته و وارد دشت باریک و کشیده جایزان می شود. این رودخانه در پایین دست دشت جایزان با دریافت چندین شاخه فرعی دیگر و اتصال به رودخانه اعلا، رودخانه جراحی را تشکیل می دهد که آن هم پس از عبور از دشت خلف آباد وارد دشت شادگان شده و به خلیج فارس می ریزد. [۱۴] حوضه مارون به علت کمی پوشش گیاهی در ارتفاع ها و شیب زیاد و همچنین سازندهای زمین شناختی مرکب از رسوب های تبخیری، مارن و آهک فرسایش پذیر بوده و درنتیجه رسوب رودخانه بسیار زیاد است. [۱۵] دبی رودخانه مارون به طور متوسط حدود ۵۵ مترمکعب بر ثانیه بوده که در سال های اخیر کاهش یافته است. [۱۴] زیرحوضه های این رود شامل ۳ زیرحوضه تخت دراز در استان کهگیلویه و بویراحمد و بهبهان و جایزان در استان خوزستان می باشد. همچنین این رودخانه در حوضه آبریز جراحی- زهره که از حوضه های آبریز درجه ۱ کشور می باشد، جریان دارد.

شکل (۱) تصویر ماهواره ای و شکل (۲) موقعیت جغرافیایی رودخانه مارون را نشان می دهد.

شکل ۱- تصویر ماهواره ای رودخانه مارون و موقعیت آن



شکل ۲- زیرحوضه های رودخانه مارون و آبراهه ها

مدل هیدرولیکی HEC-RAS

یک بسته نرم افزاری مجتمع از سری برنامه های تحلیل هیدرولیکی است که در آن کاربر از طریق استفاده از واسط گرافیکی با سیستم ارتباط برقرار می کند .سیستم قابلیت انجام محاسبات پروفیل سطح آب در حالت جریان ماندگار و غیر ماندگار را دارا بوده و در آینده شامل محاسبات انتقال رسوب و چند طراحی هیدرولیکی دیگر خواهد گردید. [۱۶] در مجموعه اصطلاحات HEC-RAS یک پروژه مجموعه ای از فایل های داده های مرتبط با یک سیستم رودخانه خاص است. کاربر می تواند یک یا چند نوع مختلف از تحلیل هایی که در بسته نرم افزاری گنجانده شده است را به عنوان بخشی از پروژه انجام دهد .فایل های داده های یک پروژه به صورت زیر طبقه بندی می شوند :داده های پلان، داده های هندسی، داده های جریان ماندگار، داده های جریان غیر ماندگار، داده های رسوب و داده های طراحی هیدرولیکی. [۱۷]

مدل جنبی HEC-GeoRAS

این زیر نرم افزار به منظور استفاده همراه با ArcGIS است. این برنامه یک نرم افزار در زمینه GIS است که توسط موسسه تحقیقات سیستم های زیست محیطی (ESRI) به منظور تجزیه تحلیل داده های مکانی مورد استفاده در نرم افزار HEC-RAS ارائه شده است. نسخه ۴ این برنامه برای نصب در محیط ArcGIS ارائه شده است. [۱۸] با این ابزار کاربرانی که تجربه کمی در زمینه GIS دارند، می توانند از یک مدل رقومی ارتفاعی (DEM) و داده های تکمیلی مربوطه استفاده کرده و فایل ورودی HEC-RAS که حاوی داده های جغرافیایی منطقه مورد نظر است را تهیه کند. همچنین می توان از آن برای تجزیه و تحلیل نتایج خروجی HEC-RAS استفاده کرد. لایه هایی که با استفاده از این داده ها ساخته می شود را لایه های RAS گویند. اطلاعات جغرافیایی در نتیجه محاسباتی که بر روی این لایه ها انجام می شود، بدست می آیند.

مشخصات هیدرولیکی محدوده مطالعاتی

دبی جریان

به منظور شبیه سازی هیدروگراف سیل، هیدروگراف سیل های مشاهده شده در حوضه مورد نیاز می باشد .بدین منظور اطلاعات سیلاب های ثبت شده در ایستگاه هیدرومتری، از شرکت آب منطقه ای استان کهگیلویه و بویراحمد جمع آوری شد . پس از بررسی هیدروگراف سیل های مشاهده شده، رویدادهای مناسب انتخاب و آب پایه از آنها کسر شد .برای کاهش آب پایه خطی افقی از نقطه شروع هیدروگراف موازی با محور زمان رسم شده و هیدروگراف به دو قسمت تقسیم میشود که قسمت زیر خط، آب پایه و بالای خط رواناب سطحی را نشان می دهد. بدین منظور اطلاعات ایستگاه های هیدرومتری منطقه مورد بررسی قرار گرفت و دبی ۴۵ مترمکعب برثانیه در ادامه محاسبات منظور شد.

نوع جریان

عملا جریان سیلابی نوعی جریان بحرانی یا فوق بحرانی خواهد بود. توربولانت، تلاطم و قدرت تخریبی سیلاب همه بر این موضوع صحه گذاشته و با محاسبه عدد فرود (رابطه ۱) در سطح مقطع متوسط رودخانه می توان به آن دست یافت.

$$Fr = (V^2 / gD)^{1/2} \qquad (۱)$$

که در آن Fr عدد فرود، V سرعت جریان برحسب (m/s)، D عمق هیدرولیکی (m) و g شتاب گرانش برابر ۹/۸ می باشد. [۱۹]

حداکثر آبگذری مقاطع را میتوان با استفاده از فرمول مانینگ رابطه (۲) محاسبه کرد:

$$V=1/n(R^{2/3} I^{1/2}) \qquad (۲)$$

که در آن V سرعت متوسط جریان(m/s) ، R شعاع هیدرولیکی(m) ، شیب خط انرژی(m/s) و n ضریب زبری مانینگ می باشد. [۲۰]

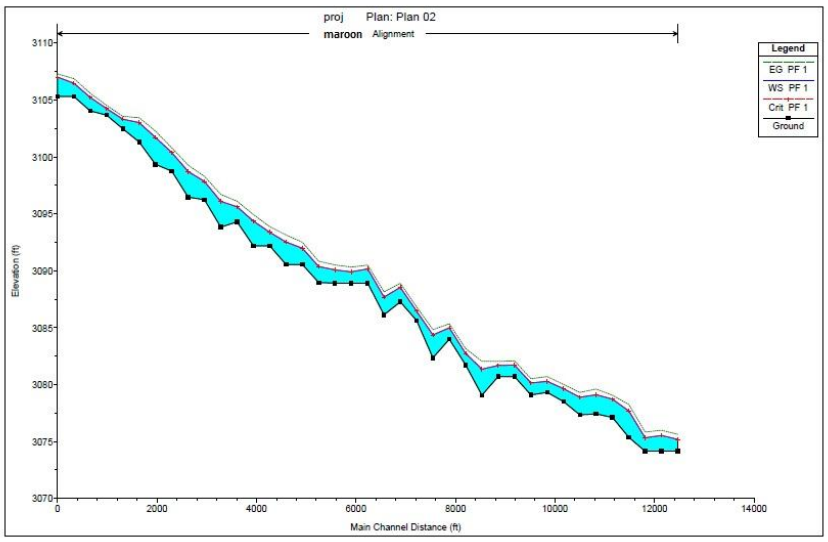
کاربردی ترین روش تعیین ضریب زبری مانینگ (n) عبارت است از :بازدید میدانی، قضاوت کارشناسی و استفاده از جداول پیشنهادی ارائه شده توسط محققان، که عموماً بر مبنای نوع دانه بندی بستر و پوشش آن ارائه شده اند .مقادیر ضریب زبری ممکن است برای شرایط موجود در زمانی که یک جریان مشخص اتفاق می افتد یا برای شرایط متوسط در طول مدت یک مرحله و یا برای شرایط پیش بینی شده در آینده تعیین شود. [۲۱] در معادله مانینگ، شعاع هیدرولیکی از تقسیم مساحت بر محیط خیس شده به دست می آید .طبق بررسی های انجام شده، ضریب زبری مانینگ (n) برای منطقه مورد مطالعه برابر با ۰/۰۳۵ می باشد.

نتایج و بحث

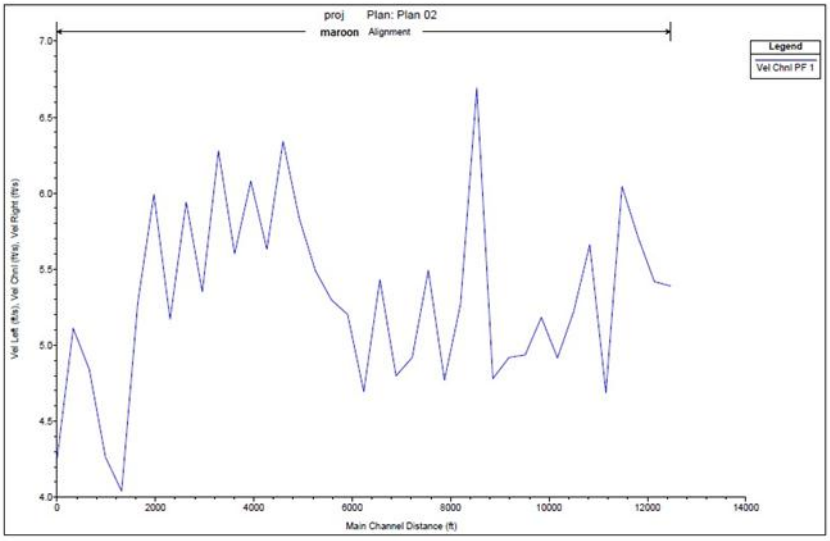
با استخراج مشخصات هندسی رودخانه در محیط GIS دیگر مشخصات لازم همچون ضریب مانینگ و دبی سیلاب طراحی برای شبی سازی هیدرولیکی و تعیین پهنه سیلاب به مدل HEC-RAS معرفی می شود. در مدل HEC-RAS پهنه سیلاب به صورت رقوم سطح آب محاسبه و در محل مقاطع عرضی نشان داده می شود. با استفاده از رقوم سطح آب در هر یک از مقاطع عرضی و ماکروهای پس پردازنده HEC-GeoRAS یک فایل تبادل TIN به عنوان پایه استخراج خصوصیات هندسی بازه که بتواند سطح آب گرفتگی را نشان دهد، تهیه می گردد. از تلفیق TIN، پهنه سیلاب در محیط GIS نمایش داده می شود. به طور کلی بستر و حریم رودخانه برای سیلاب های با دوره بازگشت های مختلف طراحی می شود. [۲۲]

مسیر رودخانه مورد مطالعه به صورت رقومی به محیط GIS معرفی شد. با داشتن اطلاعات توپوگرافی TIN رودخانه که در واقع مبنای استخراج خطوط تراز و لایه های مورد نیاز RAS می باشد و هر چه رقوم ارتفاعی دیجیت شده رودخانه دقیق تر باشد، مدل ۳ بعدی حاصل، به واقعیت نزدیک تر خواهد بود.

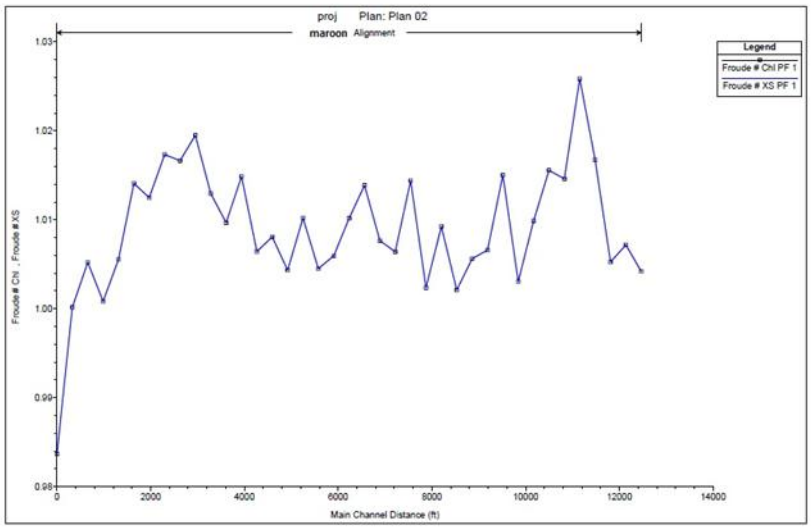
پس از ساخت مدل در محیط GIS توسط زیر نرم افزار HEC-GeoRAS، مدل نهایی به نرم افزار تحلیل هیدرولیکی انتقال داده شده و اجرا شد. نتایج حاصل از شبیه سازی رودخانه به صورت مقاطع عرضی، پروفیل های طولی، نمای سه بعدی جریان، جدول پارامترهای هیدرولیکی در مقاطع عرضی و نمودارهای تغییرات پارامترهای هیدرولیکی در طول رودخانه، در خروجی های نرم افزار HEC-RAS قابل دریافت می باشد. شکل های ۳ تا ۶ به ترتیب پروفیل طولی جریان، پروفیل سرعت جریان، پروفیل رژیم جریان و پهنه سیلاب در طول مسیر را نمایش می دهند.



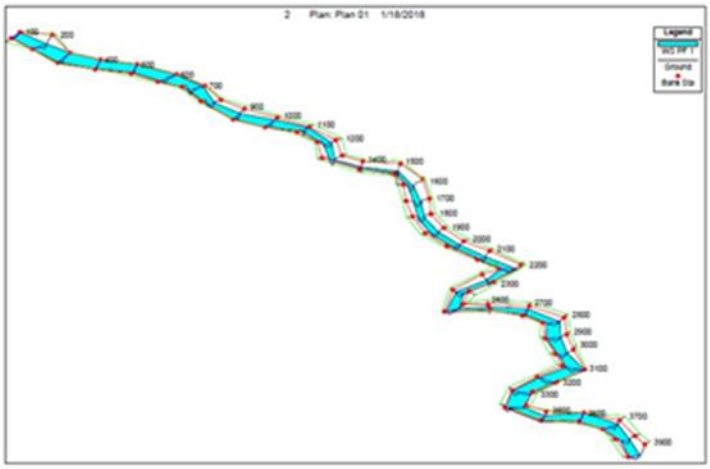
شکل۳- پروفیل طولی جریان



شکل۴- پروفیل سرعت جریان



شکل۵- پروفیل رژیم جریان



شکل۶- پهنه سیل در طول مسیر

نتیجه گیری

همان گونه که مشاهده شد، با فرض ماندگار بودن جریان و اعمال دبی های مختلف در بالادست و پایین دست حوضه نتایج قابل ملاحظه و منطقی بدست آمد. بدلیل جریان داشتن رودخانه در مناطق کوهستانی و پرشیب، وجود جریان با سرعت بالا منطقی به نظر میرسد، همچنین در بیشتر مسیر رژیم جریان فوق بحرانی خواهد بود که با توجه به سرعت جریان و توپوگرافی منطقه قابل قبول است. با توجه به اینکه اراضی پایین دست در معرض رفت و آمد افراد زیادی است، (با توجه به اراضی کشاورزی، بافت جمعیتی شهری- روستایی و...) اهمیت این طرح و راه های مقابله و آمادگی هر چه بیشتر با سیلاب رودخانه خصوصا در دوره ترسالی دوچندان می شود.

مراجع

[1] Perera, E. D. P. Hiroe, A. Shresta, D. Fukami, D. B. Gautam, S. Hasegawa, A. Uenoyama, T. Tanaka, S. (2015), Community-based Flood Damage Assessment Approach for Lower West Rapti River Basin in Nepal under the Impact of Climate Change, Natural Hazards.
[2] Yang Y. C. E. Ray, P. A. Brown, C. M. Khalil, A. F. Yu, W. H. (2015), Estimation of Flood Damage Functions for River Basin Planning: A Case Study in Bangladesh, Natural Hazards.
[3] Khattak, M. S. Anwar, F. Usman Saeed, T. Sharif, M. Sheraz, K. Ahmad, A. (2016), Floodplain Mapping Using HEC-RAS and ArcGIS: A Case Study of Kabul River, Research Article- Civil Engineering.
[4] Hudson, P. Botzen, W. J. W. Kreibich, H. Bubeck, P. Aerts, J. C. J. H. (2014), Evaluating the Effectiveness of Flood Damage Mittigation Measures by the Application of Propensity Score Matching, Natural Hazards and Earth Systeme Science.
[5] Silva F. V. Bonuma, N. B. Uda, P. K. (2014), Flood Mapping in Urban area using HEC-RAS model supported by GIS, Internationale Conference on Flood Management.
[۶] بزرگی، بابک؛ ابراهیمی لویه، عادل (۱۳۸۵)، بررسی نقش آموزش و ارتباطات در ارتقا آگاهی های عمومی با هدف مدیریت ریسک سیلاب، کارگاه فنی هم زیستی با سیلاب، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
[7] Arman, N. and A. Salajegheh. 2007. Determination of using HEC-RAS and AutoCAD software, Case study: Karaj River (Sira-Polkhab). The 7th International River Engineering Conference Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran.
[8] Gregory, K.J. 2006.The Human role in changing river channels. Geomorphology.

[9] Plate, E.J. 2002. Flood risk and flood management. Journal of Hydrology.
[10] Eric Tate, M.S.E. and D. Maidment. 1999. Floodplain Mapping using HEC-RAS and ArcView GIS, Bureau of Engineering Research, The University of Texas, Austin,
[11] Kamanbedast, A. and Y. Esfandiar. 2011. Investigation and study of morphological changing of rivers using HEC-GeoRAS and Mike 11 Software. World Applied Sciences Journal.
[12] Roshun, R. Vahabzade, G. Solaimani, K. Farhadi, R. (2013), Simulation of River Hydraulics Behavior Using HEC-RAS Model in GIS Environment (Case Study: Beshar River, Kohgiloyeh and Boyerahmad Province), Journal of Watershed Management Research.
[13] Prafulkumar, V.T., L.P. Prem and D.P. Prakash. 2011. Calibration of HEC-RAS model on prediction of flood for Lower Tapi River, India. Journal of Water Resource and Protection.
[۱۴] مقصودی، مهران؛ زمان زاده، محمد؛ یمانی، مجتبی؛ حاجی زاده، عبدالحسین (۱۳۹۶)، ارزیابی تغییرات الگوی پیچان رودی رودخانه مارون و تحلیل هیدروژئومورفولوژی (مطالعه موردی: رودخانه مارون، از سرچشمه تا ورودی آن به رودخانه جراحی)، فصلنامه جغرافیای طبیعی.
[۱۵] معروفی، صفر؛ طبری، حسین (۱۳۹۰)، آشکارسازی روند تغییرات دبی رودخانه مارون با استفاده از روش های پارامتری و ناپارامتری، فصلنامه تحقیقاتی جغرافیایی.
[16] US Army Corps of Engineers. 2006. HEC-RAS River Analysis System. Applications Guide. Hydrologic Engineering Center, Washington.
[۱۷] شعبانلو، سعید؛ صدقی، حسین؛ ثقفیان، بهرام؛ موسوی جهرمی، حبیب (۱۳۸۷)، پهنه بندی سیلاب در شبکه رودخانه های استان گلستان با استفاده از GIS، مجله پژوهش آب ایران.
[18] US Army Corps of Engineers. 2002. HEC- GeoRAS. An Extension for Support of Hec-Ras using Arc view. user's Manual. Hydrologic Engineering Center. Washington.
[۱۹] حسینی، محمود؛ ابریشمی، جلیل (۱۳۹۲). "هیدرولیک کانال های باز"، انتشارات دانشگاه امام رضا.
[۲۰] علیزاده، امین (۱۳۹۴). "اصول هیدرولوژی کاربردی"، انتشارات دانشگاه امام رضا.
[21] Ashouri, M., Rezaei Moghaddam, M.H., Piry, Z., (2013), "Morphologic Change Assessment of Riverbed Before and after Dam Construction Using HEC RAS Model and GIS (Case Study: Downstream of Satarkhan Dam)", Physical Geography Research Quarterly.
[۲۲] شیخ علیشاهی، نجمه؛ جمالی، علی اکبر؛ حسن زاده، محمد (۱۳۹۵)، پهنه بندی سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی تحلیل رودخانه (مطالعه موردی :حوضه آبریز منشاد -استان یزد)، فصلنامه علمی پژوهشی فضای جغرافیایی.

6th.National Congress on Civil Engineering , Architecture and Urban Development / 16-17 March 2019,Tehran , Iran
In cooperation with Shiraz University and maraghe University

Hydraulic behavior simulation of river with using HEC-RAS model in ArcGIS (Case Study: Maroon River)

Pooria Anvari[1], Saeed Reza Khodashenas[2], Kamran Davary[3], Adel Ahmadi Hosseini[4]

1- M.Sc. Student, Faculty of Engineering, Islamic Azad University of Mashhad, Iran (anvpooria@gmail.com)
2- Professor, Water Resources Engineering Department, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
3- Professor, Water Resources Engineering Department, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
4- M.Sc. Student, Faculty of Engineering, Sharif University of Technology,Tehran, Iran.

Abstract

Forecasting the river's hydraulic behavior against potential floods is very important for reducing damages to urban areas, facilities under construction, farms and other uses around the river. On the other hand, flow estimation at the point of the river is vital for various hydrological applications such as flood forecasting. The destructive effects of humans on the boundaries of the rivers and rivers in the country have occurred in different forms that vary in severity and weakness in different rivers. Therefore, it is necessary to simulate the hydraulic behavior of the rivers, to predict flood damage in different conditions, to implement river engineering projects, socio-economic justification of flood control and flood control programs, and other studies related to the river system. The purpose of this study was to integrate the HEC-RAS hydraulic model with the HEC-GeoRAS sub-system in order to simulate the parameters of the Maroon River in Kohgiluyeh and Boyerahmad and Khuzestan provinces. The results of this research show that the HEC-RAS model can provide suitable numerical values for studying the hydraulic properties of streams in rivers and to be used for high-precision and low cost flood zoning.

Keywords:
River Hydraulic Behavior, Flood, HEC-RAS, Maroon, HEC-GeoRAS, River Engineering